SCHEIKUNDEOLYMPIADE 2020

**CORRECTIEMODEL VOORRONDE 1**

**af te nemen in de periode van**

**13 tot en met 24 januari 2020**

****

****

* **Deze voorronde bestaat uit 20 meerkeuzevragen verdeeld over 8 onderwerpen en 2 opgaven met in totaal 11 open vragen.**
* **De maximumscore voor dit werk bedraagt 75 punten (geen bonuspunten).**
* **Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en BINAS 6e druk of ScienceData 1e druk.**
* **Bij elke vraag is het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert.**
* **Bij de correctie van het werk moet bijgaand antwoordmodel worden gebruikt. Daarnaast gelden de algemene regels, zoals die bij de correctievoorschriften voor het CE worden verstrekt.**

1. Meerkeuzevragen (totaal 40 punten)

# per juist antwoord: 2 punten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Koolstofchemie** |
| **1** | **A** | De molecuulformule van N-vinylpyrrolidon is C6H9NO, dus de molaire massa is 111,1 gmol−1. Polyvinylpyrrolidon is een additiepolymeer dus het gemiddeld aantal monomeereenheden is . |
| **2** | **C** | De mesomere structuren zijn: |
| **3** | **B** | Er is 30 procent adenine, dus ook 30 procent thymine. Derhalve 40 procent cytosine en guanine samen. Dus 20 procent cytosine. |
|  |  | **Thermochemie, evenwichten** |
| **4** | **D** | Zie onderstaand energiediagram:    De absolute waarde van de resonantie-energie is dus  |3×(−120) − (−206)| = 154 kJmol−1. |
| **5** | **F** | Bij verhoging van *T* verschuift een evenwicht in de richting van de endotherme reactie. Dat is hier naar rechts want de vormingswarmte van NO is positief (Binas‑tabel 57, ScienceData‑tabel 9.2). Bij verhoging van *p* verschuift een evenwicht in de richting van het kleinste aantal deeltjes in de gasfase. In dit evenwicht staan zowel links als rechts twee deeltjes in de gasfase, dus het evenwicht verschuift niet. |
|  |  | **Structuren en formules** |
| **6** | **E** | De reactievergelijking is 8 BF3 + 6 LiH → B2H6 + 6 LiBF4. |
| **7** | **F** | Vergelijk met de overeenkomstige zwavelverbindingen: natriumsulfaat (Na2SO4) en natriumsulfiet (Na2SO3). |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **8** | **B** | De lewisstructuren zijn: |
| **9** | **B** | De reactievergelijkingen zijn: 2 K + 2 H2O → 2 K+ + 2 OH− + H2 respectievelijk 2 Li + 2 H2O → 2 Li+ + 2 OH− + H2. Er worden dus elektronen afgestaan door de metaalatomen.  Een kaliumatoom is groter dan een lithiumatoom. Daarom wordt het buitenste elektron van een kaliumatoom minder sterk gebonden door de kern dan het buitenste elektron van een lithiumatoom. |
|  |  | **pH / zuur-base** | |
| **10** | **B** | In de resulterende oplossing zijn de molariteiten gehalveerd. In de eerste ionisatiestap van het zwavelzuur wordt  mol H+ en HSO4— per liter gevormd. Wanneer de omzettingsgraad van het HSO4— op *α* wordt gesteld, komt er in de tweede stap nog  mol H+ per liter bij. Het zoutzuur levert  mol H+ per liter. Dus . Dit levert *α* = 0,42. Dus is 42% van het HSO4— omgezet tot SO42—. | |
| **11** | **F** | Er ontstaat een bufferoplossing met 20 mmol HCOOH en 40 mmol HCOO−.  pH = p*K*HCOOH + log = 3,75 + log = 4,05 | |
|  |  | **Redox en elektrochemie** | |
| **12** | **I** | De vergelijking van de halfreactie is 3 H2O + NH3 → NO3− + 9 H+ + 8 e−. | |
| **13** | **B** | Voor het ontstaan van 1,00 g metaal is  mol elektronen nodig, waarin *M* de molaire massa van het metaal is en *n* het aantal elektronen dat per metaalion wordt opgenomen. In het geval van zilvernitraat is  het kleinst en is bij gelijke stroomsterkte het eerst 1,00 g metaal ontstaan. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Reactiesnelheid** |
| **14** | **C** | De beginconcentraties van de reagerende stoffen zijn in beide proeven gelijk. |
| **15** | **B** | Stap 2 is de snelheidsbepalende stap; daarvoor geldt: *s* = *k*2[NO][NOBr2].  Uit stap 1 volgt , dus [NOBr2] = *K*1[NO][Br2]. Dit ingevuld in *s* = *k*2[NO][NOBr2] levert *s* = *k*2*K*1[NO]2[Br2]=*k*[NO]2[Br2]. |
|  |  | **Analyse** |
| **16** | **D** | De werkelijke molariteit van de natriumhydroxide-oplossing was dus 75% van de berekende molariteit. Er heeft dus in werkelijkheid ook 75% van de berekende hoeveelheid azijnzuur gereageerd. Het monster azijn bevatte dus  massaprocent azijnzuur. |
| **17** | **D** | Emma’s methode is geschikt. Zij verwijdert eerst alle carbonaat; eventueel nog aanwezig sulfaat slaat ze dan neer als bariumsulfaat.  Freeks methode is ook geschikt. Hij slaat eerst alle carbonaat en eventueel aanwezig sulfaat neer als bariumcarbonaat en bariumsulfaat. Daarna lost hij met de overmaat zoutzuur alle bariumcarbonaat op. Eventueel aanwezig bariumsulfaat lost niet op. |
|  |  | **Rekenen en Groene chemie** |
| **18** | **C** | De reactie die de leerlingen uitvoeren is Ag+ + Cl− → AgCl, dus alle Ba2+ blijft in oplossing en komt in het afval terecht.  Er is gebruikt  en er wordt toegevoegd 0,100×0,60 = 0,060 mol SO42−. Ba2+ en SO42− reageren in de molverhouding 1:1, dus er blijft 0,060−0,048 = 0,012 mol SO42− over. |
| **19** | **D** | mg Fe2(SO4)3.5H2O |
| **20** | **C** |  |

Open opgaven (totaal 35 punten)

1. Halogenering van alkanen 15 punten
2. Maximumscore 2

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:

(tweede stap:) X• + CH4 → HX + CH3•

(derde stap:) CH3• + X2 → CH3—X + X•

* reactievergelijking van de tweede stap juist 1
* reactievergelijking van de derde stap juist 1

Indien in een overigens juist antwoord één of meer radicalen zijn weergegeven zonder het ongepaarde elektron 1

1. Maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:  
Twee methylradicalen vormen een ethaanmolecuul.

Indien een antwoord is gegeven als: „Uit methylradicalen ontstaan ethaanmoleculen.” of „Ethaan wordt gevormd uit methylradicalen.” 1

*Opmerking  
Wanneer een antwoord is gegeven als „Twee methylradicalen vormen ethaan.”, dit goed rekenen.*

1. Maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:  
(Er is stereo‑isomerie mogelijk bij) 1‑chloor‑2‑methylbutaan en 2‑chloor‑3‑methylbutaan.  
In 1‑chloor‑2‑methylbutaan is C 2 asymmetrisch. Er zijn dus twee stereo‑isomeren / optische isomeren mogelijk. In 2‑chloor‑3‑methylbutaan is C 2 asymmetrisch. Er zijn dus twee stereo‑isomeren / optische isomeren mogelijk.

* 1‑chloor‑2‑methylbutaan 1
* 2‑chloor‑3‑methylbutaan 1
* in 1‑chloor‑2‑methylbutaan is C 2 asymmetrisch; er zijn dus twee stereo‑isomeren / optische isomeren mogelijk. 1
* in 2‑chloor‑3‑methylbutaan is C 2 asymmetrisch; er zijn dus twee stereo‑isomeren / optische isomeren mogelijk 1

Indien een antwoord is gegeven als: „1‑chloor‑2‑methylbutaan en 2‑chloor‑3‑methylbutaan. Beide hebben een asymmetrisch C atoom, dus bij beide zijn twee stereo‑isomeren / optische isomeren mogelijk.” 3

*Opmerking*

*Wanneer behalve de twee juiste verbindingen één of twee onjuiste verbindingen zijn genoemd, per onjuiste verbinding 1 scorepunt aftrekken.*

1. Maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:  
1‑chloor‑2‑methylbutaan : 2‑chloor‑2‑methylbutaan : 2‑chloor‑3‑methylbutaan : 1‑chloor‑3‑methylbutaan = 6 : 1 : 2 : 3.

* juiste molverhouding 1‑chloor‑3‑methylbutaan : 2‑chloor‑2‑methylbutaan 1
* juiste molverhouding 2‑chloor‑2‑methylbutaan : 2‑chloor‑3‑methylbutaan 1
* juiste molverhouding 1‑chloor‑2‑methylbutaan : 1‑chloor‑3‑methylbutaan 1

1. Maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Substitutie van een primair H atoom leidt tot 1‑chloor‑2‑methylbutaan of 1‑chloor‑3‑methylbutaan. Per H atoom is de opbrengst (27 + 14)/9 = 4,6 (%).  
Substitutie van een secundair H atoom leidt tot 2‑chloor‑3‑methylbutaan. Per H atoom is de opbrengst 36/2 = 18 (%).   
Substitutie van een tertiair H atoom leidt tot 2‑chloor‑3‑methylbutaan. Per H atoom is de opbrengst 23 (%).  
De volgorde (naar afnemende reactiviteit) is dus: tertiaire, secundaire, primaire H atomen.

* juiste motivering van de reactiviteit van primaire H atomen 1
* juiste motivering van de reactiviteit van secundaire H atomen 1
* juiste motivering van de reactiviteit van tertiaire H atomen 1
* volgorde die in overeenstemming is met de gegeven motivering 1

Indien een antwoord is gegeven als: „De opbrengst aan reactieproducten bij substitutie van primaire H atomen is 41%, de opbrengst aan reactieproducten bij substitutie van secundaire H atomen is 36% en de opbrengst aan reactieproducten bij substitutie van tertiaire H atomen is 23%. De volgorde (naar afnemende reactiviteit) is dus: primaire, secundaire, tertiaire H atomen.” 2

Indien uitsluitend de juiste volgorde is genoemd zonder motivering 0

*Opmerking*

*Wanneer als motivering voor de reactiviteit van de primaire H atomen is gegeven: „Substitutie van een primair H atoom leidt tot 1‑chloor‑2‑methylbutaan. Per H atoom is de opbrengst 27/6 = 4,5 (%).” of „Substitutie van een primair H atoom leidt tot 1‑chloor‑3‑methylbutaan. Per H atoom is de opbrengst 14/3 = 4,7 (%).”, hiervoor het eerste scorepunt toekennen.*

1. Zwavel in rookgas 20 punten
2. Maximumscore 3

SO3 + H2O → 2 H+ + SO42− of SO3 + 3 H2O → 2 H3O+ + SO42−

en

SO2 + H2O2 → 2 H+ + SO42− of SO2 + H2O2 + 2 H2O → 2 H3O + + SO42−

* in beide vergelijkingen 2 H+ + SO42− of 2 H3O+ + SO42− na de pijl 1
* in de eerste vergelijking SO3 + H2O of SO3 + 3 H2O voor de pijl 1
* in de tweede vergelijking SO2 + H2O2 of SO2 + H2O2 + 2 H2O voor de pijl 1

1. Maximumscore 9

Voorbeelden van een juiste berekening zijn:

Stel de 0,500 mL uit oplossing 2 bevat *x* mmol S.  
De standaardoplossing die voor de referentieproef wordt gebruikt, bevat  mmol S per liter.  
De 0,500 mL uit oplossing 3 bevat 0,250 mL uit oplossing 2 en 0,250 mL uit de standaardoplossing, dus daar zit  mmol S in.  
De verhouding tussen de oppervlaktes onder de pieken van chromatogram 2 en chromatogram 1 is , dus , dus *x* = 2,4·10−3.  
Dus de 25,00 mL oplossing 2 bevat  mmol S en dat zat in 500 cm3 rookgas.  
Dus het totale gehalte zwaveldioxide en zwaveltrioxide in het onderzochte rookgas is 

* berekening van het aantal mmol S per liter standaardoplossing: 1,50 (g) vermenigvuldigen met 103 (mgg−1) en delen door de molaire massa van natriumsulfaat (142,04 mgmmol−1) 1
* notie dat de 0,500 mL uit oplossing 3 bestaat uit 0,250 mL uit oplossing 2 en 0,250 mL uit de standaardoplossing 1
* berekening van het aantal mmol S in de 0,250 mL van de standaardoplossing: het aantal mmol S per liter standaardoplossing vermenigvuldigen met 0,250 (mL) en delen door 1000 (mLL−1) 1
* berekening van het aantal mmol S in de 0,500 mL van oplossing 3:  plus het aantal mmol S in de 0,250 mL van oplossing 3 1
* notie dat de verhouding tussen het aantal mmol S in de 0,500 mL van oplossing 3 en de 0,500 L van oplossing 2 gelijk is aan de verhouding tussen oppervlaktes onder de pieken van chromatogram 2 en chromatogram 1 1
* berekening van de verhouding tussen oppervlaktes onder de pieken van chromatogram 2 en chromatogram 1: 1,6 ± 0,2 1
* berekening van het aantal mmol S in 0,500 mL van oplossing 2 (is *x*) 1
* omrekening van het aantal mmol S in 0,500 mL van oplossing 2 naar het aantal mmol S in 25,00 mL van oplossing 2: het aantal mmol S in 0,500 mL van oplossing 2 delen door 0,500 (mL) en vermenigvuldigen met 25,00 (mL) 1
* omrekening van het aantal mmol S in oplossing 2 naar het aantal mmol S per m3 rookgas: het aantal mmol S in oplossing 2 delen door 500 (cm3) en vermenigvuldigen met 106 (cm3m−3) 1

Indien in een overigens juist antwoord bij de berekening de verhouding tussen de piekhoogtes is gebruikt 7

en

De standaardoplossing die voor de referentieproef wordt gebruikt, bevat mmol S per liter.  
De 0,500 mL uit oplossing 3 bevat 0,250 mL uit oplossing 2 en 0,250 mL uit de standaardoplossing, dus daar zit  mmol S in vanuit de standaardoplossing en een nog onbekend aantal mmol S vanuit 0,250 mL oplossing 2.  
De verhouding tussen de oppervlaktes onder de pieken van chromatogram 2 en chromatogram 1 is .  
Stel de oppervlakte van de piek van chromatogram 1 gelijk aan 1,0 (oppervlakte-eenheid). Van de oppervlakte van de piek van chromatogram 2 (= 1,6) komt dan 0,50 op rekening van 0,250 mL oplossing 2 en 1,1 komt op rekening van   
 mmol S uit de standaardoplossing.  
Dus in de 0,250 mL uit oplossing 2 bevindt zich  mmol S en in de 0,500 mL uit oplossing 2 dus = 2,4·10−3 mmol S.  
Dus de 25,00 mL oplossing 2 bevat  mmol S en dat zat in 500 cm3 rookgas.  
Dus het totale gehalte zwaveldioxide en zwaveltrioxide in het onderzochte rookgas is 

* berekening van het aantal mmol S per liter standaardoplossing: 1,50 (g) vermenigvuldigen met 103 (mgg−1) en delen door de molaire massa van natriumsulfaat (142,04 mgmmol−1) 1
* notie dat de 0,500 mL uit oplossing 3 bestaat uit 0,250 mL uit oplossing 2 en 0,250 mL uit de standaardoplossing 1
* berekening van het aantal mmol S in de 0,250 mL van de standaardoplossing: het aantal mmol S per liter standaardoplossing vermenigvuldigen met 0,250 (mL) en delen door 1000 (mLL−1) 1
* notie dat de verhouding tussen het aantal mmol S in de 0,500 mL van oplossing 3 en de 0,500 L van oplossing 2 gelijk is aan de verhouding tussen oppervlaktes onder de pieken van chromatogram 2 en chromatogram 1 1
* berekening van de verhouding tussen oppervlaktes onder de pieken van chromatogram 2 en chromatogram 1: 1,6 ± 0,2 1
* berekening van het aantal mmol S in 0,250 mL van oplossing 2: het aantal mmol S in de 0,250 mL van de standaardoplossing vermenigvuldigen met 0,50 en delen door 1,1 1
* berekening van het aantal mmol S in 0,500 mL van oplossing 2: het aantal mmol S in 0,250 mL van oplossing 2 vermenigvuldigen met 0,500 (mL) en delen door 0,250 (mL) 1
* omrekening van het aantal mmol S in 0,500 mL van oplossing 2 naar het aantal mmol S in 25,00 mL oplossing 2: het aantal mmol S in 0,500 mL delen door 0,500 (mL) en vermenigvuldigen met 25,00 (mL) 1
* omrekening van het aantal mmol S in oplossing 2 naar het aantal mmol S per m3 rookgas: het aantal mmol S in oplossing 2 delen door 500 (cm3) en vermenigvuldigen met 106 (cm3m−3) 1

Indien in een overigens juist antwoord bij de berekening de verhouding tussen de piekhoogtes is gebruikt 7

1. Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:  
Waterstofperoxide reageert met zwaveldioxide en niet met zwaveltrioxide, dus als je weet hoeveel waterstofperoxide heeft gereageerd, weet je hoeveel zwaveldioxide in het rookgas heeft gezeten en dus ook hoeveel zwaveltrioxide.

* waterstofperoxide reageert met zwaveldioxide en niet met zwaveltrioxide 1
* rest van de uitleg 1

1. Maximumscore 2

Voorbeelden van juiste redenen zijn:

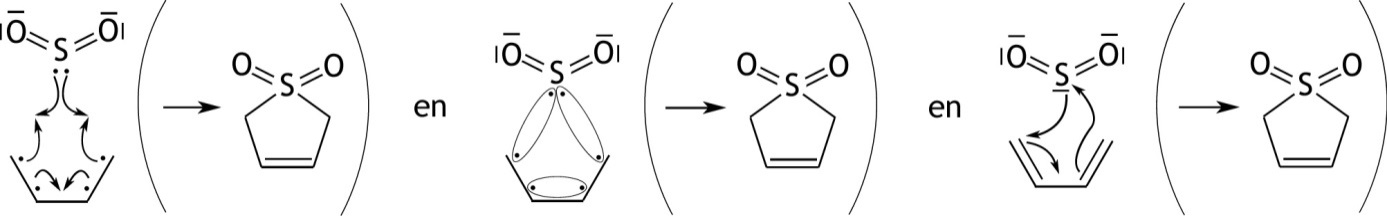
* Het volume van oplossing 1 is (na doorleiden van het rookgas kennelijk) niet nauwkeurig bekend (anders zou het niet nodig zijn om de maatkolf te gebruiken).
* Door voorspoelen (en vullen) van de pipet gaat een onbekende hoeveelheid vloeistof en dus sulfaat verloren (daardoor geeft de chromatografische bepaling geen juiste uitkomst).

per juiste reden 1

1. Maximumscore 1

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

1. Maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:  


* juiste lewisstructuur van zwaveldioxide 1
* het totstandkomen van de binding tussen het zwavelatoom en C atoom 1 van het butadieenmolecuul en het totstandkomen van de binding tussen het zwavelatoom en C atoom 4 van het butadieenmolecuul juist weergegeven 1
* het totstandkomen van de dubbele binding tussen de C atomen 2 en 3 van het butadieenmolecuul juist weergegeven 1

*Opmerking  
Wanneer de lewisstructuur van zwaveldioxide lineair is weergegeven, dit niet aanrekenen.*